Sistema de Inspección por Rayos X en Tiempo Real XR 3000

Manual de Operación

Rev A, 4/2002BMS

Ref. 5050-0511

PACE USA
9893 Brewers Court
Laurel, MD 20723
EE.UU.

Tel: (301) 490-9860

Fax: (301) 604-8782

PACE Europe
Sherbourne House,
Sherbourne Drive
Tilbrook, Milton Keynes
MK7 8HX
Reino Unido

Tel: (44) 1908 277666

Fax: (44) 1908 277777

1. Información de Seguridad del XR 3000

IMPORTANTE: LEA ESTO EN PRIMER LUGAR

Es esencial que el operador del XR 3000 lea y comprenda las siguientes advertencias de seguridad **ANTES** de proceder a la operación.

El XR 3000 ha sido diseñado para ofrecer una operación segura y eficaz. No obstante, cualquier equipo que produzca radiación ionizante (rayos X) debe ser considerado peligroso y tratado como tal. Tenga en cuenta las indicaciones siguientes durante la operación del equipo:

- PACE recomienda encarecidamente que todas las operaciones de mantenimiento sean efectuadas por un técnico cualificado.

- El tubo de rayos X del XR 3000 produce altos voltajes de hasta 70.000 voltios. Bajo ninguna circunstancia debe desmontarse o modificarse la carcasa, ya que eso podría dar lugar a sacudidas eléctricas graves.

- El XR 3000 ha sido diseñado para asegurar un apantallamiento adecuado de la radiación. Aun así, tenga siempre presente que la radiación ionizante (rayos X) puede constituir un peligro notorio si no se cumplen estrictamente las instrucciones de uso ofrecidas en este manual para la mayor seguridad del operador.

- La exposición a cantidades excesivas de radiación puede presentar un peligro para la salud. Evite no sólo la exposición directa a la radiación, sino también a la radiación secundaria o dispersada que se produce cuando un haz de rayos X atraviesa o incide en cualquier material.

- No introduzca parte alguna de su cuerpo en la cámara de inspección mientras estén activados los rayos X. Si bien el XR 3000 opera a una dosis extremadamente baja de rayos X, debe evitarse la exposición innecesaria a la radiación. Si se produce algún atasco o caída de algún objeto en el área de inspección, debe apagarse el XR 3000 antes de tratar de despejar la cámara de inspección.

- PACE recomienda encarecidamente que todo el personal que opere el XR 3000 lleve un dosímetro de película para medir la radiación. Consulte la Sección 15. El dosímetro registra el historial de exposición del operador y actúa como recordatorio constante para que éste observe las precauciones y prácticas de seguridad en el trabajo pertinentes durante la operación del XR 3000.

- La dosis de exposición a la radiación recibida por el personal que trabaja con equipos de inspección por rayos X no debe exceder los límites fijados por las normativas locales referentes a la radiación ionizante.

- Deben colocarse señales con símbolos de advertencia adecuados en la proximidad del XR 3000 para advertir de la potencial exposición a rayos X. Los pilotos luminosos y otras señalizaciones de advertencia deben verificarse antes de proceder con la operación del XR 3000.

- Los circuitos eléctricos del XR 3000, si bien están cercados para la protección del operador, deben considerarse un peligro potencial. Resulta esencial la estricta observancia de las prácticas de seguridad relativas a la operación y el mantenimiento. Debe utilizarse siempre una puesta a masa apropiada.

- Antes de operar el XR 3000, todo el personal designado o autorizado para la operación de la unidad, así como el personal de supervisión de la operación, debe tener una comprensión plena de cómo funciona. Además, deben estar familiarizados con las prácticas de seguridad en la exposición a radiación aprobadas y recogidas en el documento National Bureau of Standards Handbook, "X-ray Protection" HB93, correspondientes a la protección contra rayos X.

- El personal de mantenimiento y reparación debe leer este manual y familiarizarse con su contenido antes de proceder a ajustar o reparar el equipo.

2. Información de Seguridad de la Radiación

Normativas Federales, Estatales y Locales sobre Radiación (SÓLO EE.UU.)

Este sistema de cabina de rayos X ha sido diseñado de conformidad con los requisitos estadounidenses y de la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) enunciados en el Título 21 del Código Federal de Regulaciones (21CFR). Esos requisitos (a menudo referidos como las normativas CDRH o BRH) regulan el diseño y la fabricación de cualquier equipo que produzca radiación ionizante. Tales equipos incluyen televisores y hornos microondas además de sistemas de cabinas de rayos X. De hecho, la máxima emisión de radiación permisible para sistemas de cabina de rayos X es la misma que se establece para televisores y hornos microondas. Por lo tanto, en lo que se refiere a la emisión de radiación, un sistema de cabina de rayos X adecuadamente mantenido y operado es tan seguro como un televisor o un horno microondas.

<u>Advertencia:</u> la no observancia de las advertencias siguientes puede dar lugar a una exposición a radiación:

- ?? No opere el sistema de rayos X salvo que todos los componentes y las funciones del sistema estén en buen orden de funcionamiento.

- ?? Nunca trate de retirar ningún componente del sistema ni se salte ninguna función del sistema.

El diseño del sistema incluye varias funciones que proporcionan seguridad frente a la radiación. Tanto los controles (incluidos los conmutadores de llave) como la circuitería de control, los componentes emplomados (incluidas las ventanas acrílicas emplomadas), las barreras físicas, los enclavadores, y los indicadores de estado y advertencia, contribuyen todos ellos a la seguridad global frente a la radiación.

La Administración Federal de Aviación (FAA), la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), la mayoría de las agencias gubernamentales estatales y algunas de las locales cuentan típicamente con estándares específicos relativos a la seguridad operativa y a las limitaciones concernientes a la modificación de sistemas de rayos X conformes con la norma 21 CFR (mencionada anteriormente).

En general, el poseedor físico de un sistema de rayos X debe registrarlo en la agencia estatal apropiada, independientemente de quién sea el dueño legal. Con frecuencia, el registro debe producirse antes de la puesta en servicio del sistema de rayos X. Las normativas pertinentes pueden requerir inspecciones iniciales y periódicas realizadas por una agencia gubernamental o un proveedor cualificado. Además, las normativas pueden requerir la aplicación de procedimientos de operación estandarizados, formación especializada, la distribución y el uso de dosímetros personales de monitorización de la exposición, y la colocación de advertencias de exposición a la radiación y otros avisos especiales. Los requisitos de seguridad de la radiación pueden diferir ligeramente entre las distintas jurisdicciones. **Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de que el sistema de rayos X se instala y opera en cumplimiento de todas las normativas gubernamentales aplicables.** De no hacerse así, podrían derivarse sanciones significativas.

3. Pautas de Seguridad frente a la Radiación

Para garantizar la salud y la seguridad del operador y las demás personas que se encuentren en la vecindad de un equipo de inspección por rayos X operativo, se recomienda considerar las pautas siguientes para establecer un programa básico de seguridad frente a la radiación.

Nota: las distintas agencias gubernamentales federales, estatales y algunas locales pueden tener normativas más restrictivas con respecto a la operación y el uso de equipos que produzcan radiación ionizante (rayos X). Los requisitos de estas agencias gubernativas prevalecen sobre las recomendaciones del fabricante.

1. Debe mantenerse en todo momento una copia de las instrucciones de operación junto a la máquina.

2. El personal que opere el equipo debe haber sido formado en la adecuada y segura operación de la máquina.

3. Deben efectuarse reconocimientos periódicos de la radiación para asegurar que la cantidad de radiación emitida por la máquina sea inferior a 0,5 mR/hora. Recomendamos llevar a cabo un reconocimiento de la radiación en los siguientes casos:

   - Tras la instalación inicial, antes de la puesta en servicio del sistema de rayos X.
   - Siempre que se cambie de lugar el sistema de rayos X.
   - Siempre que el sistema de rayos X sufra un impacto fuerte (p.ej: cuando se le haya dejado caer más de dos centímetros o haya recibido un golpe suficientemente fuerte como para indentar o deformar la cabina exterior).
   - Siempre que se retire cualquier componente emplomado (tal como el generador de rayos X, apantallamientos, cortinas del túnel de inspección, la cubierta del colimador o el LXDA) por cualquier razón y durante cualquier período de tiempo.
   - Anualmente, a contar desde la fecha del reconocimiento de la radiación más reciente

4. Todos los controles e indicadores deben comprobarse a diario para asegurar una correcta operación.

5. No opere el sistema de rayos X si no está en buen orden de funcionamiento. No trate de retirar ni saltarse ningún control (p.ej: pedales y conmutadores de llave), enclavador, indicador de estado, componente emplomado (incluidas las cortinas del túnel de inspección) o barrera física. En caso de fallo o rotura, la sustitución de estos elementos

debe llevarla a cabo únicamente un técnico cualificado utilizando piezas aprobadas de fábrica.

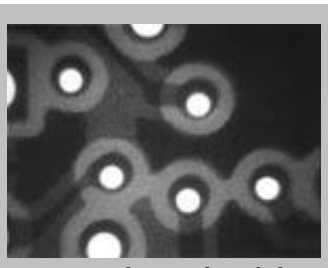
6. El mantenimiento y las reparaciones del equipo deben llevarse a cabo únicamente por parte o bajo supervisión de personal formado por PACE.

Muchos usuarios deciden repartir periódicamente dosímetros de película para que sus empleados tengan la seguridad de que no se están exponiendo a niveles de radiación significativos y para ofrecer una mayor seguridad de que las emisiones de radiación están dentro de los límites normativos.

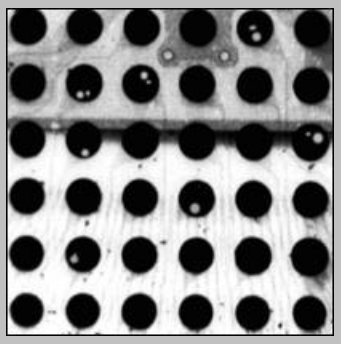
4. Formación en Seguridad frente a la Radiación

PACE puede ofrecer, o remitirle a quien pueda ofrecer, formación en operación y en seguridad frente a la radiación, para asegurar la conformidad de la instalación con todas las normativas estatales y federales sobre radiación.

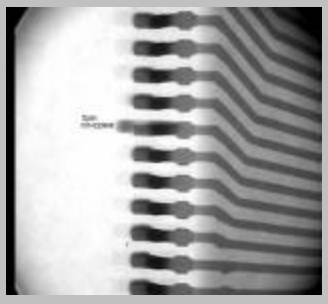
5. Operación



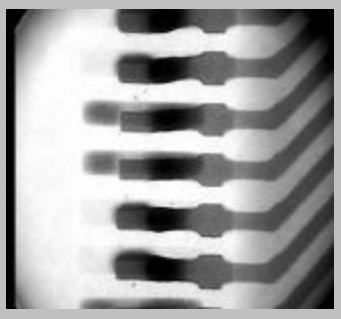
Descentrado agujero/placa en la tarjeta desnuda



Vacíos en BGA



Falta de coplanaridad en componente con conductores



Abiertos en componente con conductores

XR 3000

El Sistema de Inspección en Tiempo Real XR 3000 es una potente herramienta para control de calidad y verificación durante el proceso de todos los aspectos de la fabricación microelectrónica. El XR 3000 facilita una rápida inspección por rayos X en tiempo real en entornos de producción y retrabajo. Su diseño de consola autónoma permite una sencilla personalización para numerosas aplicaciones, entre las que se incluyen PCBs multicapa, perforación de pequeños agujeros, grandes paneles de conexiones eléctricas y montajes con componentes avanzados, tales como BGAs, ?BGAs y paquetes a escala de chip.

En aplicaciones de tarjeta desnuda, puede utilizarse para comprobar si hay corrimientos de la intercapa y descentrados de los agujeros perforados con respecto a la placa. Tras la laminación se efectúa una inspección para determinar la presencia y el grado de posibles corrimientos de intercapa. Al iniciarse la perforación de agujeros, ya sean convencionales o pequeños, la inspección se utiliza para cualificar el alineamiento de los agujeros con la placa. Además de mejorar la calidad del producto, la inspección por rayos X permite a los usuarios controlar los costes al eliminarse las tarjetas defectuosas en una fase temprana del proceso de producción. También puede utilizarse para control de calidad de las tarjetas suministradas por proveedores o clientes, de modo que los posibles defectos puedan detectarse antes de que den lugar a problemas.

En componentes de montaje superficial, se utiliza para verificar la coplanaridad conductor/placa, la presencia de cortocircuitos y abiertos, y la calidad de la unión de soldadura. Puede utilizarse para comprobar daños internos en resistores y condensadores así como en circuitos integrados y para verificar ajustes durante los procesos de colocación y reflujo.

En BGA, el XR 3000 puede utilizarse para comprobar todo tipo de defectos potenciales, entre los que se incluyen: cortocircuitos, abiertos, registros incorrectos, deficiencias de mojado, vacíos de bolas de soldadura, y delaminación. Los rayos X se utilizan para verificar los perfiles de reflujo apropiados para paquetes avanzados, y para controlar el proceso de retrabajo.

6. Instalación

A. XR 3000 como estación de inspección autónoma

Coloque el XR 3000 sobre una plataforma de trabajo estable con capacidad suficiente para acoger adecuadamente al XR 3000. El monitor que se utiliza para visualizar las imágenes debe colocarse adyacente al XR 3000 sobre la superficie de trabajo y no sobre el propio XR 3000, ya que el equipo no ha sido diseñado para soportar el monitor y éste podría caerse.

Localice el pedal, el cable de vídeo compuesto, y el cable de alimentación. Estos elementos deben conectarse como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Vista trasera del XR 3000

El otro extremo del cable de vídeo compuesto debe conectarse a la entrada de vídeo compuesto del monitor de vídeo. El cable de alimentación debe conectarse a una toma de corriente eléctrica de 120 V CA con una toma de masa adecuada.

B. XR 3000 utilizado con el centro de retrabajo de BGA/CSP TF 2000 o TF3000

Coloque el XR 3000 sobre una plataforma de trabajo estable con capacidad suficiente para acoger adecuadamente al XR 3000. La plataforma de trabajo puede ser la misma que alberga el TF 2000/TF3000 u otra diferente, con tal de que esté suficientemente cercana para permitir la conexión del cable de vídeo compuesto al PC.

Localice el pedal, el cable de vídeo compuesto, y el cable de alimentación. Estos elementos deben conectarse como se muestra en la Figura 1.

El otro extremo del cable de vídeo compuesto debe conectarse a la entrada de vídeo compuesto de la tarjeta capturadora de vídeo del PC. Consulte la Figura

2. El cable de alimentación debe conectarse a una toma de corriente eléctrica de 120 V CA con una toma de masa adecuada.

Conexión de vídeo compuesto

Figura 2: Vista trasera del TF 2000 PC o el TF3000.

7. Encendido Inicial y Prueba de Operación del XR 3000

El sistema debe estar completamente instalado de acuerdo con las instrucciones de la sección Instalación del Sistema antes de iniciar estos procedimientos.

1. Para encender el equipo, gire la llave a la posición ON. La llave es necesaria para activar la alimentación eléctrica, y no puede retirarse salvo que se haya devuelto antes a la posición de apagado. La luz verde del sistema debe encenderse asimismo cuando se activa la llave.

2. Asegúrese de que no haya nada dentro de la cámara de inspección, y pise y mantenga pisado el pedal. La imagen visualizada en el PC o en el monitor de vídeo debe cambiar de una imagen plana gris claro a otra más brillante y ligeramente granulada. Ésta es la imagen de rayos X blanco.

3. Suelte el pedal; la imagen debería volver a su estado original.

4. Pise de nuevo el pedal y fíjese ahora en el panel de control. La luz roja que indica "rayos X activados" debe estar encendida y permanecer así mientras usted mantenga pisado el conmutador de pie. Suelte el pedal.

5. Coloque un componente (tal como una tarjeta de circuitos) dentro de la cámara de inspección, directamente bajo el tubo de rayos X.

6. Pise y mantenga pisado el conmutador de pie. Debería verse ahora la imagen de rayos X del componente.

7. Desplace el componente mientras mantiene pisado el conmutador de pie; la imagen debería desplazarse junto con el componente. La imagen mostrará un rastro tras el componente, que desaparecerá cuando el componente haya dejado de moverse. Esto es algo normal, y es función del procesador de imágenes. El procesador de vídeo suministrado con este sistema está prefijado para promediar 8 secuencias. El promediado reduce el granulado de la imagen de rayos X, y puede ajustarse para mejorar la calidad de la imagen pero a costa de aumentar el retardo del movimiento. Consulte la sección correspondiente al procesador de imágenes si desea más información.

8. Las imágenes pueden capturarse electrónicamente cuando el XR 3000 se utiliza con el TF 2000 PC o el TF3000 PC y el software adecuado.

Su sistema está ahora listo para su uso. Para realizar ajustes más detallados, consulte las secciones correspondientes a los componentes individuales que encontrará más adelante en este manual.

8. Funciones de Ajuste del XR 3000

A. Introducción

El XR 3000 incorpora una cámara de rayos X con zoom XRTV. El aumento del zoom de la cámara puede variarse de 7x a 40x. Puede utilizarse el botón de memoria para almacenar un parámetro de aumento y para volver rápidamente a esa configuración.

La cámara de rayos X con zoom XRTV utiliza las últimas tecnologías de servocontrol y microprocesador para ofrecer imágenes nítidas de alta resolución a cualquier aumento. La cámara monitoriza automáticamente y ajusta como corresponda los parámetros de enfoque y exposición.

B. Operación de la Cámara

La cámara se controla por medio del botón y dos conmutadores montados en el panel de control del XR 3000. Consulte la Figura 3.

Figura 3: Panel de Control del XR 3000

En el encendido, la cámara se ajusta automáticamente a 14 aumentos. Ésta es la configuración de aumento almacenada en la memoria cuando la unidad sale de fábrica.

La cámara opera bien en modo de control ZOOM o en modo de control GAIN; el modo se selecciona por medio del conmutador basculante del panel de la caja de control. Consulte la Figura 3. Para ajustar el aumento de la imagen, coloque el conmutador de control en la posición ZOOM. El aumento de la cámara se controla mediante el conmutador basculante +/-. Pulse el basculante en la dirección + para elevar el número de aumentos; púlselo en la dirección - para reducir el número de aumentos.

El botón de memoria puede utilizarse para almacenar y volver con rapidez a una configuración de aumento y enfoque prefijada. Esta función resulta útil cuando se utiliza un sistema de medida de vídeo. Para almacenar la configuración de aumento y ganancia actual, pulse el botón MEMORY y manténgalo pulsado durante tres segundos. La cámara emitirá un tono para indicar que se ha almacenado en memoria la configuración actual. Para volver a la configuración de aumento y ganancia almacenada en la memoria, pulse y suelte el botón MEMORY. El aumento de la cámara volverá rápidamente a la configuración almacenada en memoria.

El control de ganancia manual se activa colocando el conmutador de modo en posición “GAIN”. Pulse el basculante en la dirección + para aumentar la ganancia. Pulse el basculante en la dirección - para disminuir la ganancia. Pulse el basculante una vez por cada paso de ganancia. Una vez fijada la ganancia, puede devolverse el basculante al modo ZOOM sin perder la configuración de ganancia manual. El control de ganancia automática se activa llevando el conmutador de modo a GAIN y de vuelta a ZOOM sin utilizar el conmutador basculante +/-.

Tal como se suministra de fábrica, la configuración inicial almacenada en memoria corresponde a 14 aumentos y modo de enfoque automático.

9. Resolución de Problemas

A. Autodiagnóstico

La cámara con zoom XRTV está equipada con funciones de autodiagnóstico que ayudan a resolver ciertos problemas que pueden afectar al rendimiento del sistema. Esta función de autodiagnóstico le ayudará a identificar si la fuente está emitiendo rayos X, y si el microprocesador de control de la cámara y la propia cámara funcionan con normalidad.

Para utilizar la función de autodiagnóstico, apague todo el sistema de rayos X en el conmutador de alimentación principal. Vuelva a encender el sistema mediante el conmutador de alimentación principal. Vaya a los controles de la cámara. Los controles de la cámara deberían estar emitiendo un tono audible y, si el conmutador zoom/ganancia cuenta con un piloto luminoso, el LED debería estar asimismo parpadeando. Tan pronto como se inicie el tono (unos 4 segundos después del encendido), mantenga pulsado el botón de memoria hasta que se detenga el tono. Observará que el procesador de imágenes no arranca, y que no hay imagen alguna en el monitor. Pise y mantenga pisado el conmutador de pie. Tras unos 3 segundos, la caja de control de la cámara debería emitir un tono continuo y el LED del AGC (si se cuenta con uno) debería encenderse. Suelte ahora el conmutador de pie; el LED debería apagarse y el tono debería dejar de oírse. El tono y el encendido del LED del AGC significan que la fuente está emitiendo rayos X y que el convertidor de rayos X del interior de la cámara funciona correctamente. Ahora, pulse y suelte el botón de memoria. La caja de control de la cámara debería comenzar a emitir sus tonos de beep de encendido. Eso ocurre mientras se prueban las comunicaciones de la cámara y el microprocesador. Tras unos 5-7 segundos, los tonos deberían cesar y debería aparecer una señal de vídeo. Ahora, el procesador de imágenes debería arrancar correctamente, y debería verse una imagen de rayos X en el monitor. Si alguna vez se presenta un problema con su sistema de rayos X y llama al soporte técnico de PACE, es posible que le pidan que lleve a cabo esta prueba.

B. Imagen Borrosa

La cámara con zoom XRTV emplea un sistema de enfoque avanzado, que mantiene la imagen permanentemente enfocada. Ocasionalmente, el sistema de enfoque puede entrar en deriva. Ese problema se presenta por lo general si se cambia el aumento cuando la fuente de rayos X no está activa. En la mayoría de los casos, el sistema de control de la cámara hará que ésta recupere el enfoque en 1-2 segundos. Si la imagen permanece desenfocada más de unos pocos segundos, cambie el parámetro de aumento con la fuente de rayos X activa. Eso debería proporcionar información suficiente a la cámara para permitirle anclarse en el enfoque apropiado. En general, es mejor cambiar el aumento únicamente cuando la fuente de rayos X está activa. El cambio de aumento cuando la fuente de rayos X está inactiva no producirá daño alguno; simplemente, la cámara tardará algunos segundos más en encontrar el enfoque.

C. Problemas Generales

Si la cámara parece no funcionar correctamente, desconecte la alimentación, espere unos minutos y enciéndala de nuevo. Si la cámara sigue sin funcionar correctamente, llame a PACE.

10. Especificaciones

- Voltaje de operación: 120V, 50/60 Hz o 230V, 50Hz
- Sensibilidad de la energía: de menos de 15kV a más de 160 kV
- Tubo de rayos X – 52 kVA
- Resolución: superior a 20 pares de líneas por milímetro; puede resolver fácilmente un hilo de soldadura de 1 milésima de pulgada
- Aumentos: 7 - 40x
- Máximo campo de visión: un círculo de 1 pulgada de diámetro
- Máximo tamaño de PCB: 24” x 24” (610mm x 610mm)

11. Procesador de imágenes RTVA

El RTVA (promediador de vídeo en tiempo real) es el procesador de imágenes que se utiliza en el sistema de rayos X XR 3000. Utiliza un promediado de las secuencias de vídeo para suavizar el granulado inherente a la imagen que procede de la cámara de rayos X. Está situado dentro de la carcasa del XR 3000.

El RTVA es ajustable por medio del conmutador montado en el frontal del equipo y marcado como “FRAME AVERAGING”. Consulte la Figura 3. Así se ajusta la cantidad de secuencias que el RTVA promedia antes de enviar la señal de vídeo al monitor. Cuando utilice el conmutador, tenga en cuenta los parámetros de promediado de secuencias siguientes:

(Con los parámetros más altos se verán rastros en las imágenes.)

Parámetro	**Efecto**
0	BYPASS. Con este parámetro no hay promediado
1	Promediado de 2 secuencias
2	Promediado de 4 secuencias
3	Promediado de 8 secuencias
4	Promediado de 16 secuencias

El procesador de imágenes RTVA cuenta también con funcionalidad de "captura" para mantener la imagen actual. Para utilizar esa opción, sólo tiene que llevar el conmutador CAPTURE/LIVE situado en el frontal del aparato a la posición “CAPTURE”. Consulte la Figura 3. Para volver al modo de operación normal, devuelva el conmutador a la posición “LIVE”.

Tenga en cuenta que no hay ningún componente en el interior al que el usuario pueda acceder para realizar tareas de mantenimiento o reparaciones. Si sospecha que algún componente está defectuoso, póngase en contacto con PACE.

12. Mantenimiento del XR 3000

El sistema XR 3000 ha sido diseñado para requerir un mantenimiento sencillo. Las únicas recomendaciones de mantenimiento son la limpieza visible de la unidad y la actualización de la calibración del sistema. Para limpiar el sistema puede utilizar cualquier limpiador de superficies suave, como Windex. Cuando el sistema esté próximo a alcanzar su fecha de calibración, póngase en contacto con PACE para concertar una calibración.

Es muy importante que contacte con PACE con antelación, de modo que podamos concertar la visita de mantenimiento en una fecha conveniente.

Advertencia: los materiales acrílicos y vinílicos en torno a la apertura del XR 3000 contienen plomo. Después de usar el equipo, lávese siempre las manos inmediatamente. Si usted come o bebe sin antes lavar las manos, podría ingerir plomo.

13. Resolución de Problemas

En caso de que su sistema presente problemas, esta sección le permitirá familiarizarse con los pasos básicos para identificar y resolver el problema, así como con la información que PACE le va a solicitar para poder ofrecerle el mejor servicio posible.

Consejo rápido

Lo primero que se debe hacer es simplemente reiniciar el sistema. Eso servirá para resolver inmediatamente la mayoría de los problemas.

1. El primer paso en la resolución de problemas es apagar completamente el sistema y volver a encenderlo. Para ello, gire el conmutador de alimentación de llave, situado en el frontal del sistema, a la posición “Off”.

2. Vuelva a encender el sistema.

3. En la resolución de problemas del sistema se distinguen tres categorías:

   Alimentación: la categoría de alimentación abarca todos los problemas que incluyen ausencia de alimentación a un componente o al sistema completo. Entre los problemas de alimentación se incluyen:

   - El sistema no se enciende.
   - La luz roja del controlador de rayos X no se enciende.
   - La luz verde del sistema no funciona.

   ?? **¿Se encienden todos los componentes cuando se activa el conmutador de alimentación principal?**
   ?? **¿Se iluminan todos los pilotos indicadores de alimentación?**
   ?? **¿Muestran todas las lecturas de alimentación el voltaje correcto?**
   ?? **¿Está conectado el pedal?**

   Vídeo: la categoría de vídeo abarca los problemas que afectan a la presencia de una señal de vídeo procedente de la cámara de rayos X. Entre los problemas de vídeo se incluyen:

   - No hay imagen de rayos X en el monitor a pesar de haber rayos X.
   - El procesador de imágenes del sistema no arranca.
   - La imagen de rayos X es borrosa o está desenfocada.

   ?? **¿Está conectado correctamente el cable de vídeo?**
   ?? **¿Aparece una imagen de rayos X en el monitor cuando se pisa el conmutador de pie?**
   ?? **¿Arranca el procesador de imágenes del sistema?**
   ?? **¿Muestra el monitor de rayos X una pantalla gris claro o centelleo?**

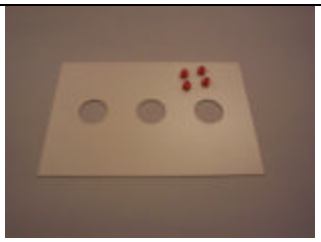
Rayos X: la categoría de rayos X abarca los problemas que afectan a la emisión de rayos X desde el tubo. La categoría de rayos X incluye:

- El piloto rojo de "rayos X activados" no se enciende.
- No hay imagen en el monitor pese a haber señal de vídeo.
- La fuente no está emitiendo rayos X.

?? **¿Aparece en el monitor una imagen de rayos X cuando se pisa el pedal?**

?? **¿Se enciende el piloto rojo de "rayos X activados" cuando se pisa el pedal?**

14. Recambios

Descripción	Referencia	Imagen
Lámina 4’ x 2’ vinílica emplomada	1335-0248-P1	
Tubo de rayos X de repuesto	4018-0101-P1	
Cámara de rayos X con zoom de repuesto	4018-0102-P1	
Promediador de imágenes RTV	1199-0003-P1	
Portador de PCBs	8885-2000	

15. Estándares de Seguridad en el Diseño del Modelo XR-3000 y Prácticas de Operación Segura

Debido a la baja potencia anódica de operación del XR 3000, sistema de inspección por rayos X en tiempo real, éste ha sido registrado en el Centro de Dispositivos y Salud Radiológica de la FDA como "sistema de rayos X analítico". Tal como aparece registrado, el sistema cuenta con distintas funciones de seguridad provistas para reducir al mínimo los rayos X dispersados que llegan al operador.

A. Seguridad

El tubo de rayos X lleva un apantallamiento de plomo y cuenta con un espacio de al menos 3/4 de pulgada entre el colimador y el plano de la imagen para reducir al mínimo la dispersión de rayos X. El colimador asegura que el tamaño del haz de rayos X en el plano de la imagen no sea superior a un círculo de 1 pulgada de diámetro. El montaje de mesa emplea un panel visualizador acrílico emplomado y un apantallamiento emplomado adicional. La cámara de rayos X de alta sensibilidad permite que el tubo de rayos X opere a baja potencia (voltaje anódico de 52 kV y corriente anódica de 25 microamperios), lo que se traduce en una mínima dispersión de rayos X. Todas estas funciones de seguridad se traducen en una estructura con una dispersión de radiación a 5 cm de cualquier superficie expuesta de menos de 0,3 miliroentgens por hora. (La exposición a la radiación en un avión que vuela a 10000 metros durante el día es superior a 0,4 miliroentgens por hora.)

B. Precauciones de seguridad frente a la radiación para el uso del Sistema de Inspección por Rayos X en Tiempo Real XR 3000

Es imperativo que la operación del XR 3000 la lleve a cabo únicamente personal cualificado y familiarizado con las precauciones de seguridad básicas a observar durante el trabajo con equipos que producen rayos X.

1. La llave que activa los rayos X no debe permanecer en el equipo cuando éste no se esté usando y esté desatendido.

2. Los operadores no deben colocar las manos bajo el panel acrílico emplomado frontal.

3. No debe operarse el equipo cuando se haya retirado alguno de los paneles.

4. Los operadores deben estar familiarizados con el uso del medidor de reconocimiento de la radiación Monitor 4.

5. El mantenimiento y las reparaciones del equipo deben llevarse a cabo por parte o bajo supervisión de personal formado por PACE.

C. Monitorización de la radiación

Cada estado o país determina sus propias normativas específicas relativas a la monitorización de posibles fugas de radiación en cabinas de rayos X industriales. Hay una serie de medidas que pueden tomarse para proporcionar un modo rápido de monitorización.

D. Dosímetros

Puede obtener dosímetros de:

1) Siemens Dosimetry
   Barrington Road
   Hoffman Estates, IL 60195

   (800) 666-4552 2501

2) R.S. Landauer & Co
   2 Science Road
   Glenwood, IL 60425

   (708) 755-7000

Los dosímetros pueden colocarse junto al equipo, o pueden llevarlos las personas, para registrar de forma constante la exposición a los rayos X. Al finalizar el mes, se envía un dosímetro de repuesto, y el dosímetro del mes en curso se devuelve a la compañía que presta el servicio de dosimetría. Mensualmente se elabora un informe en el que se tabula la exposición a los rayos X recibida. Los servicios de dosimetría son de gran utilidad, por cuanto que se establecen registros corporativos bien documentados que demuestran que no se han producido fugas de radiación.

E. Medidores de reconocimiento de la radiación

Los medidores de reconocimiento de la radiación detectan la presencia de radiación ionizante y muestran un valor en unidades de mR/h (miliroentgens por hora). En general, es conveniente contar con un medidor de reconocimiento de la radiación dentro de un programa de seguridad frente a la radiación. El medidor de reconocimiento Monitor 4EC está disponible a través de PACE. El Monitor 4EX emplea un tubo GM con compensación de la energía para medir la presencia de radiación. Se calibra con referencia a Cs-137. El Monitor 4EX puede utilizarse para detectar cualquier fuga de radiación en sistemas de rayos X.

F. Formación en seguridad frente a la radiación

PACE puede ofrecer o recomendar proveedores de formación en operación y en seguridad frente a la radiación, para asegurar la conformidad de la instalación con todas las normativas estatales y federales sobre radiación.

16. Garantía

PACE USA
9893 Brewers Court
Laurel, MD 20723
EE.UU.

Tel: (301) 490-9860

Fax: (301) 604-8782

PACE Europe
Sherbourne House,
Sherbourne Drive
Tilbrook, Milton Keynes
MK7 8HX
Reino Unido

Tel: (44) 1908 277666

Fax: (44) 1908 277777

Garantías del Equipo

Todas las garantías son únicamente frente a defectos de fabricación. Las garantías excluyen daños emergentes y daños resultantes del desgaste normal, accidentes, un manejo inadecuado o modificaciones. (Se notificará al cliente el precio de tales reparaciones). La responsabilidad se limita a la reparación o sustitución de cualquier componente defectuoso. Los componentes defectuosos se sustituirán francos a bordo en Laurel, Maryland, EE.UU. cuando el equipo defectuoso se devuelva a PACE para su inspección. Flete pagadero en origen.

Sistemas de Inspección por Rayos X: sólo piezas. Garantía de 12 meses desde la fecha de entrega. Los componentes serán reparados o sustituidos a opción nuestra siempre que nos sean devueltos a nosotros, o a otra ubicación designa por nosotros, mediante transporte prepagado y la inspección indique componentes defectuosos. Los envíos efectuados por nosotros serán con flete pagadero en destino. Las tarifas de mano de obra por trabajo en las instalaciones del cliente incluirán desplazamientos, gastos, y una tarifa horaria. Estos precios se presupuestarán por separado, ya que están sujetos a cambios. La garantía es aplicable únicamente si la operación del equipo se ha llevado a cabo de acuerdo con el manual de instrucciones. No es aplicable a defectos resultantes de accidentes, alteraciones, malos tratos o uso incorrecto.

No devuelva su instrumento sin una autorización de devolución de la fábrica o el centro de mantenimiento autorizado. Indique siempre el número de serie, que encontrará en la parte trasera del instrumento.